

**T.C.
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI**

GEMİ YAPIMI

GEMİ PERVANE DONANIMI

Ankara, 2013

-
- Bu modül, mesleki ve teknik eğitim okul/kurumlarında uygulanan Çerçeve Öğretim Programlarında yer alan yeterlikleri kazandırmaya yönelik olarak öğrencilere rehberlik etmek amacıyla hazırlanmış bireysel öğrenme materyalidir.
 - Millî Eğitim Bakanlığınca ücretsiz olarak verilmiştir.
 - **PARA İLE SATILMAZ.**

İÇİNDEKİLER

AÇIKLAMALAR	ii
GİRİŞ	1
ÖĞRENME FAALİYETİ-1	3
1. PERVANE DONANIMI DEVRE ELEMANLARINI TANIMAK.....	3
1.1. Pervane ve Devre Elemanları	3
1.1.1. Pervanenin Tanımı ve Önemi	4
1.1.2. Pervane devre elemanları.....	6
1.1.3. Pervane Çeşitleri.....	9
1.1.4. Referans Kavramlar	19
1.2. Pitch Oranı.....	20
1.3. Kavitasyon.....	22
1.4. Tornistan.....	25
1.4.1. Pervane Göbek Finleri	25
1.4.2. Pervane Kanatları.....	26
1.4.3. Pervane Kovanı.....	28
1.4.4. Nozul	29
UYGULAMA FAALİYETİ.....	32
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME.....	33
ÖĞRENME FAALİYETİ-2.....	35
2. PERVANE DONANIMI MONTAJINI YAPMAK.....	35
2.1. Pervane Elemanları Montajı.....	35
2.1.1. Pervane Kanatları Montajı.....	35
2.1.2. Pervane Göbek Fin Montajı.....	36
2.1.3. Pervane Kovan Montajı	37
2.2. Nozul Montajı	39
UYGULAMA FAALİYETİ.....	41
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME.....	42
MODÜL DEĞERLENDİRME	43
CEVAP ANAHTARLARI.....	44
KAYNAKÇA	45

AÇIKLAMALAR

ALAN	Gemi Yapımı
DAL/MESLEK	Gemi tesisat Donatımı
MODÜLÜN ADI	Gemi pervane Donanımı
MODÜLÜN TANIMI	Öğrenci, gerekli ortam ve ekipman sağlandığında tekniğe uygun olarak istenilen standartlarda pervane devresi montajını yapabileceği bir öğrenme ve uygulama materyalidir.
SÜRE	40/32
ÖN KOŞUL	Ön koşul yoktur.
YETERLİK	Gemi pervane devresi montajını yapmak
MODÜLÜN AMACI	Genel Amaç Gerekli ortam ve ekipman sağlandığında tekniğe uygun olarak istenilen standartlarda pervane devresi montajını yapabileceksiniz. Amaçlar <ol style="list-style-type: none">1. Tekniğe uygun olarak pervane donanımı devre elemanlarını tanıyabileceksiniz.2. Tekniğe uygun olarak pervane donanımı montajını yapabileceksiniz.
EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI	Ortam: Atölye, sınıf, laboratuvar Donanım: Şerit metre, kumpas, çelik cetvel, mikrometre, boru, bağlantı parçaları, anahtarları, boru mengenesi kurbağacık, açma kapama ve kontrol aletleri
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	Modül içinde yer alan her öğrenme faaliyetinden sonra verilen ölçme araçları ile kendinizi değerlendireceksiniz. Öğretmen, modül sonunda ölçme aracı (çoktan seçmeli test, doğru-yanlış testi, boşluk doldurma, eşleştirme vb.) kullanarak modül uygulamaları ile kazandığınız bilgi ve becerileri ölçerek sizi değerlendirecektir.

GİRİŞ

Sevgili Öğrenci,

Bu modülün sonunda gemilerde bulunan çeşitli pervane donanımı ve devrelerinin üretimi ve montajının teknik kurallara uygun bir şekilde nasıl yapılabileceğini öğrenip uygulayabileceksiniz.



ÖĞRENME FAALİYETİ-1

AMAÇ

Gerekli koşullar sağlandığında tekniğe uygun olarak pervane donanımı devre elemanlarını tanıyabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Tersanelerde ve limanlarda bulunan gemileri ziyaret ederek tersanede yapılmış veya yapılmakta olan pervane donanımı ve devrelerini inceleyiniz.
- Pervane devrelerini *İnternette*n, üniversite kütüphanelerinden araştırarak bilgi edininiz. Edindiğiniz bilgileri rapor haline dönüştürüp grubunuza sunum yaparak paylaşınız.

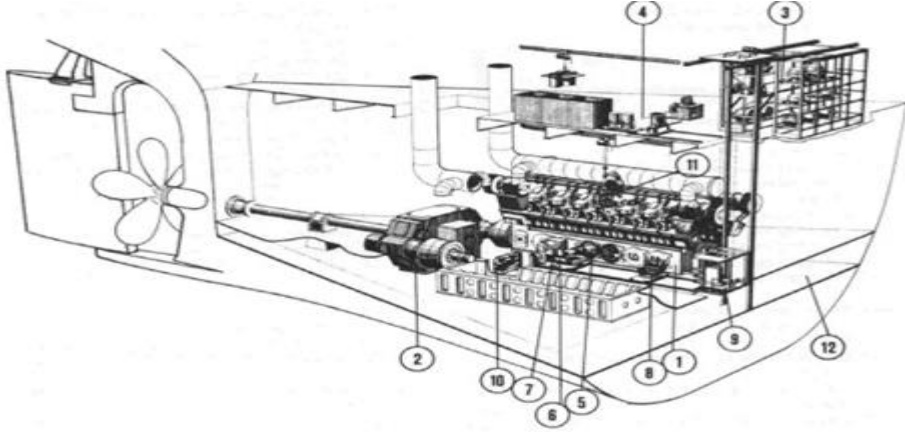
1. PERVANE DONANIMI DEVRE ELEMANLARINI TANIMAK

1.1. Pervane ve Devre Elemanları

Gemilerde gücün ana makinelerden pervaneye kadar aktarılmasını sağlayan sistemlere itici sevk sistemleri denir. Ana makinenin çalışması ile elde edilen dairesel hareket krank şaft ve dişliler (reduction gear ya da şanzıman) aracılığı ile hareketini sırt yatağına ve ara şafta, stern tüpten pervane şaftı kanalıyla pervaneye iletir.

Pervanelerin yapımında kullanılan malzemelerin oranları genel olarak şöyledir:

- % 80,2 Bakır (Cu)
- % 9,3 Alüminyum (Al)
- % 5 Demir (Fe)
- % 4,3 Nikel (Ni)
- % 1,2 Manganezyum (Mg)



Şekil 1.1: Pervane ve şaft sisteminin makine dairesindeki yeri

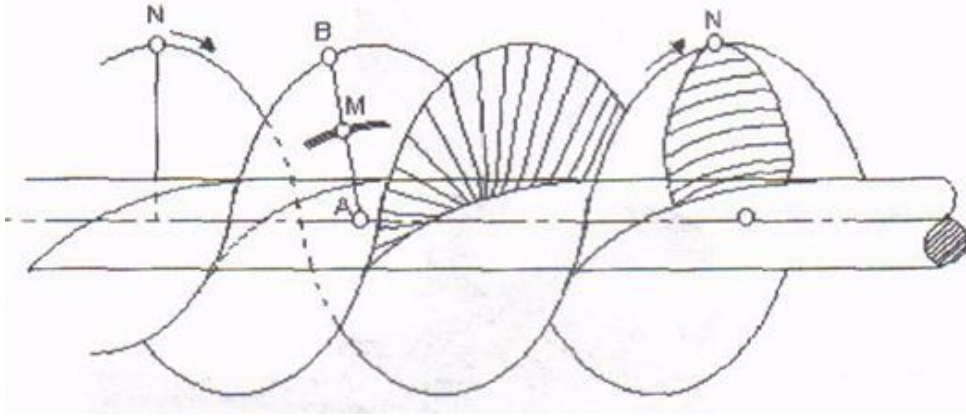
- | | | |
|------------------------------|-----------------------------|----------------------------|
| 1-Ana makine | 5-Piston söküm kaldıracı | 9-Depo vinci |
| 2-Dişli kutusu (Redakşinger) | 6-Kaldıraç bağlantı ünitesi | 10-Ana yatak krikosu |
| 3-Yedek parça ambarı | 7-Çalıştırma ünitesi | 11-Supap sökme aparatı |
| 4-Atölye | 8-Piston taşıma kovanı | 12-Makine dairesi dip sacı |

1.1.1. Pervanenin Tanımı ve Önemi

Pervane 1803'te Charles Dallery (1754-1845) adlı bir Fransız tarafından icat edilmiştir. Dallery çeşitli dallarda ilginç icatlarda bulunmuş yetenekli bir teknisyendir. En yararlı çalışmasını buharlı gemilerin gelişmesi alanında yapmıştır. 1788'de bir buharlı araba, 1803'te tüpe benzeyen bir kazan yapmış ve sonunda aynı yıl Seine'de pervaneye ilerleyen bir gemi işletmiştir. Modern gemiciliğin çıkırımı açan pervanenin icadı, denizlerin çok daha etkin kullanımına yardımcı olmuştur.

Pervane, bir silindir etrafına eşit aralıklarla yerleştirilmiş helisel yüzeylerden oluşan ve su içinde bir vida gibi çalışan gemi elemanıdır. Pervanenin dönmesi sonucu, akışkanın pervane üzerinde oluşturduğu etki-tepki nedeniyle pervanenin bağlı olduğu gemi bir öteleme hareketi yapmaktadır.

Çeşitli biçimler verilen pervaneler, geminin yol almasını sağlayan en az 2 kanat, en fazla 7 kanat olarak dövme alaşımdan meydana gelen yapılardır. Sağ ve sola devirli olabilir. Aynı zamanda iki veya üç adet konabilir. Manevrası güç olması gereken gemilerde iki tane bulunur. Gemi makinelerinin ürettiği gücü, gemiyi suyun içinde hareket ettirmek için itici güce dönüştürür.



Şekil 1.2: Pervanenin dönüş hareketi

Pervane, içinden geçen suyu hızlandırır ve bu hızlanmış akışın yarattığı hareket miktar artışından doğan tepki, deniz aracını ileri iter. Hareket miktarı artışı, ya büyük su kütlelerinde az bir hız artışıyla (büyük, yavaş çalışan pervaneler) ya da küçük su kütlelerinde büyük bir hız artışıyla (küçük, yüksek devirli pervaneler) sağlanır. Birinci sistemin verimi daha yüksektir. Jet tepkimesi diye de açıklanabilecek ikinci yöntemse aynı ölçüde verimli değildir.



Resim 1.1: Gemi pervanesi

Gemi gövdesinin biçimi, pervaneye yönelen su akışını önemli ölçüde etkiler. Gemi ilerlerken su kütlelerinin bir bölümünü de birlikte sürüklediğinden pervanenin su içindeki bağıl ilerleme hızı, geminin gerçek hızından daha düşüktür.

Gemi pervanelerde çeşitli malzemeler kullanılabilir ama en çok kullanılan metaller, nikel-alüminyum alaşımı ya da manganez bronzlarıdır. Pervane dökümü için, kumlu çimentoyla bir kalıp hazırlanır. Bunun içine metal dökülür ve denetim altında soğutulur.



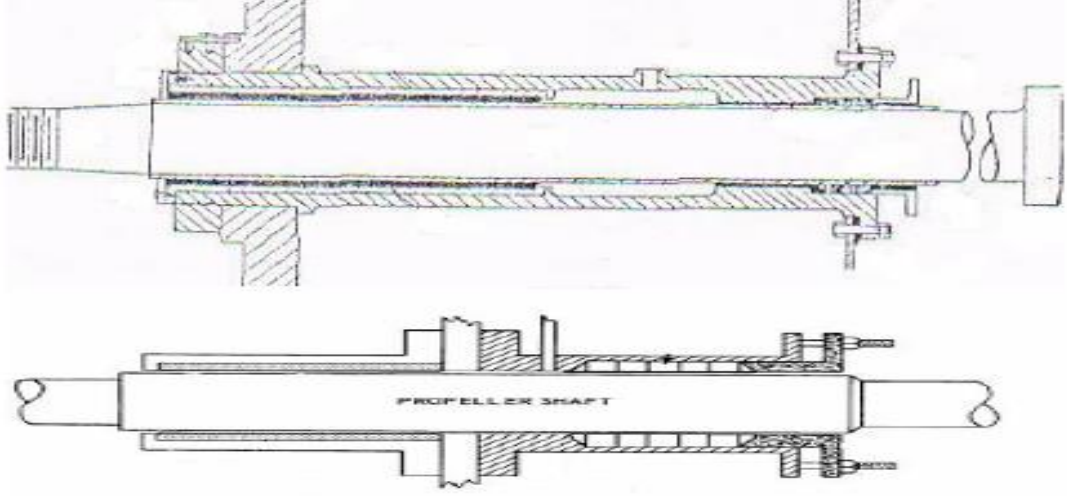
Resim 1.2: Stern Tube (Kovan)

- **Pervane şaftı:** Pervane şaftı da ara şaftlar gibi takılıp sökülmesini kolaylaştırmak amacıyla mümkün olduğu kadar kısa olmalıdır. Bu şaftın tekne içinde kalan kısmının içinde kavrama, geminin dışında kalan ucunda ise pervaneyi taşıyan konik kısım ile bu pervanenin tespitini sağlayan somun için gerekli kılavuzlu kısım bulunur.



Resim 1.3: Pervane şaftı

Konik kısmın meyil derecesi genellikle 1/15 civarında olur. Pervane şaftının yataklama kısımları, şaft çapına nazaran 5 ila 7 mm daha kalın olmalıdır. Takıp sökme işçiliklerini kolaylaştırmak amacıyla, pervane tarafındaki yataklama kısmının, diğerine nazaran biraz daha ince yapılması yerinde olur.



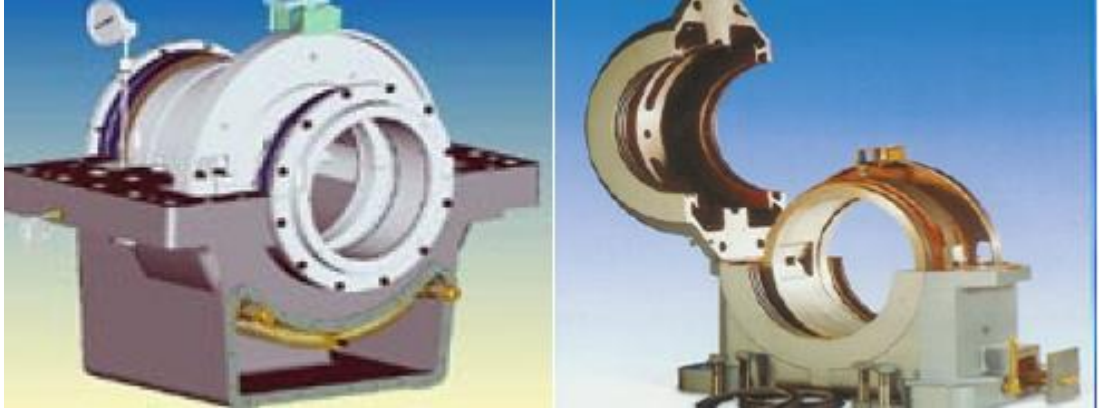
Şekil 1.4: Pervane şaftının yapısı

- **Ara şaftlar:** Ana makinenin geminin orta kısmında veya kıç tarafında bulunması hallerinde, geminin boyuna göre de şaft donanımının boyu değişir. Ana makinenin, geminin orta kısmında bulunması hallerinde birden fazla ara şaft bulunur. Bunların boyları tercihen eşit yapılmalıdır. Sökülüp takılabilmeleri için boyları 8 metrenin altında yapılır. Ayrıca bu şaftlarda palamar yatakları içinde bulunan muylu kısımları, şaft çapından 4 ila 8 mm daha kalın olarak yapılır.



Resim 1.4: Ara şaft

- **Rulman yataklar:** Rulman yatakların kullanılması yay yataklarla taşımaya göre daha yüksek bir verim sağlar. Ara şaftın çalışması sırasında, yay yataklar %8'lik, rulman yataklar ise %6'lık bir kayıp meydana getirir. Daha küçük kayıplı olmalarına rağmen, rulman yatakların yaygın olarak kullanılmamalarının nedeni, fiyatlarının diğer yataklara göre daha yüksek olmasıdır.



Resim 1.5: Rulman yatak

- **Tünel yataklar:** Ara şaftların taşınmasında kullanılan büyük boyutlu yataklara tünel yatağı veya şaft yatağı adı verilir. Bu yataklar iki kısımdan meydana gelir:
 - En sondaki tünel yatağı, bu yataklar biri üste diğeri alta olmak üzere şaft sisteminin en sonunda bulunan tünel yatağıdır. Bu yataklar pervane şaftındaki sırtı alıp gemi gövdesine dağıtmaya yarar.
 - Ara şaftları taşıyan diğere tünel yataklardır, sadece alt kısımda bulunur.



Resim 1.6: Tünel yataklar

1.1.3. Pervane Çeşitleri

Pervaneler bazı parametrelere ve gemi arkasındaki akış şartlarına göre dizayn edilir. Buna rağmen yine de bazı düzensizliklerle karşılaşılabilir. Buna göre itme kuvvetini, manevra kabiliyetini ve verimini artırmak, kavitasyonu azaltmak vs. için değişik pervane ve sistemleri geliştirilmiştir.

- **Sabit kanatlı pervaneler**

Sabit kanatlı pervaneler, kanatları pervaneyle birlikte yekpare dökülen veya pervane kanatları saplamalarla göbeğe tutturulan pervane çeşitleridir. Çoğunlukla gemilerde bu tür pervaneler kullanılır. Genel olarak pervanelerde en az 2 kanat, en fazla 7 kanat kullanılır.



Resim 1.7: Pervanenin takılmış hali

➤ **Nozullu pervaneler**

Sabit kanatlı veya pic (pitch) kontrollü pervanelerin etrafına bir kort tamburu konulmasıyla sevk verimi daha da artmaktadır. Yüksek itişli yüklemelerde, düşük verimlilik ve düşük itme gücü gereken hallerde ise yüksek verimlilik değerleriyle karşılaşılır. Bu nedenle itiş yüklemelerini düşürerek pervane verimliliğini artırmak mümkündür.

İtiş yüklemesini değiştirmenin bir diğer yöntemi de pervanenin etrafına bir halka koymak suretiyle pervaneyi nozul içerisinde çalışan bir pervane haline dönüştürmektir. Bu üniteye kort-nozzle da denilmektedir.

Kort nozullu pervaneler ya sabit olarak ya da dikey bir eksen etrafında belirli bir açıya kadar dönecek tarzda yapılır. Döner tip nozullar sabit tiplere göre bazı üstünlüklere sahiptirler. Pervane etrafında açısını değiştirebilen nozul, suyu istenilen yöne yayarak hem uniform bir akış sağlamakta hem de dönüşte nozulun sağladığı ek kuvveti tekne bünyesine döndürülen açıda iletmektedir.

Yüksek yükleme katsayılarında nozullu pervane verimi nozulsuzdan daha fazladır. Bu fazlalık % 8-15 güç kazancı olarak geri dönmekte veya gemi hızında artış gözlenmektedir.



Resim 1.8: Nozullu pervane sistemi

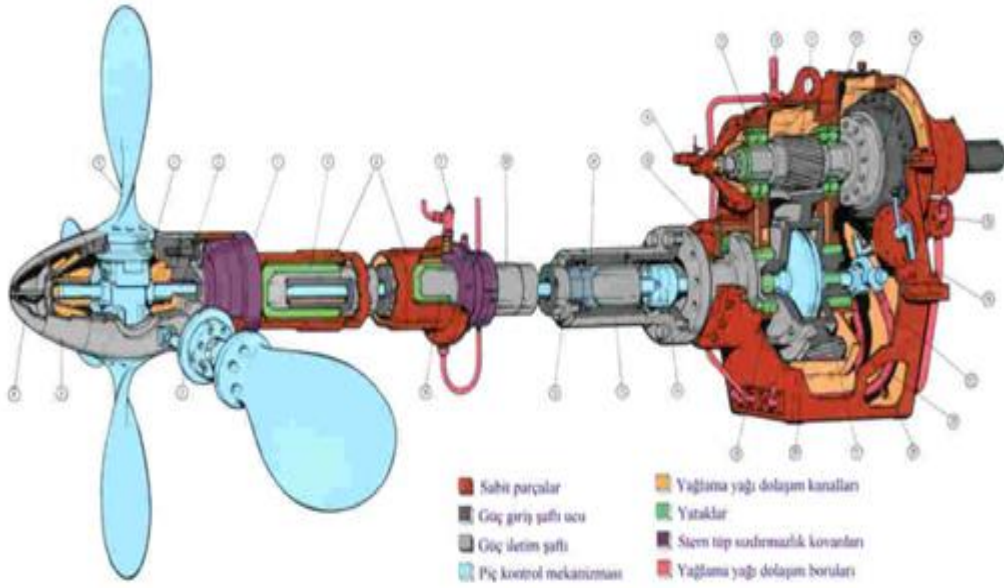
➤ **Pic Kontrollü Pervaneler**

Pervane göbeği üzerindeki hidrolik pistonlar yardımıyla, pervane kanatlarının açılarını değiştiren ve böylelikle şaftın devir hızını değiştirmeden, gemi hızını istediğimiz gibi ayarlayabilmemizi ve şaftın dönüş yönünü değiştirmeden tornistan yapabilmemizi sağlayan, gemilerde sık kullanılan pervane tipidir.

Sabit kanatlı bir pervane, ana makinenin sağladığı gücü belirli bir yükte en iyi verimle kullanabilmesine karşın, Pic kontrollü bir pervanede değişen yüklerde de yüksek verimle çalışmasına imkân verir. Bu tip pervanelerde tornistan yapma olanağı da vardır.

Kontrol edilebilir Picli pervanelerin avantajları ve dezavantajları kısaca şöyle sıralanabilir:

1. Çok iyi hızlanma, ivmelenme, duruş ve manevra kabiliyeti
2. Sabit itiş kabiliyetinin her yükleme şartı altında elde edilebilmesi
3. Pervane Piclerinin değişimi ile gemi hızı, dönme hızı değiştirilmeksizin ayarlanabilir.
4. Çok komplikedirler.
5. İmalat masraflarının yüksek olmaktadır.
6. Daha fazla bakım ve onarım istemektedir.



Şekil 1.5: Pitch kontrol sistemi

➤ **Tandem Pervaneler (Kontra propeller)**

Herhangi bir nedenle pervanenin çapının sınırlanması söz konusu olursa (draft vb.), bu durumda yükleme faktöründe artış göze çarpar. Aynı zamanda yük iki veya daha çok pervane arasında paylaşmak suretiyle hafifletilir. Eğer pervaneler aynı yönde dönüyorsa bu sisteme tandem pervane sistemi adı verilir.

Kontrapropeller sistemine sahip gemilerde, aynı eksen üzerinde bulunan 2 pervanenin ayrı yönlerde dönmelerini sağlamak için, her şaftın içinde bir ikincisi bulunur. Bu durumda, dış şaft pervanelerden bir tanesini; iç şaft ta, diğerine hareket verir.



Resim 1.9: Tandem pervane

➤ Zıt dönüşlü pervaneler

Zıt dönüşlü pervane sisteminde farklı yönlerde dönen iki adet pervane aynı şaft eksenini üzerinde bulunmaktadır. Makine gücünün bir kısmı pervanelerden bir tanesine, diğer kısmı ise diğer pervaneye verilmektedir.

Zıt dönüşlü pervanede amaç suya bırakılan rotasyonel enerjinin yok edilmesidir. Yani birinci pervanenin izinde çalışan ikinci pervane rotasyonel hızı yok etmelidir. İlk pervane izinde çalışan pervanenin çapı da iz içinde bulunması gerektirdiğinden daha küçük çaplı olmaktadır. Bu ayrıca kavitasyon riskide azaltmaktadır.

Zıt dönüşlü pervaneler torpido gibi yönsel dengenin önemli olduğu yerlerde ayrıca tercih edilmektedir.

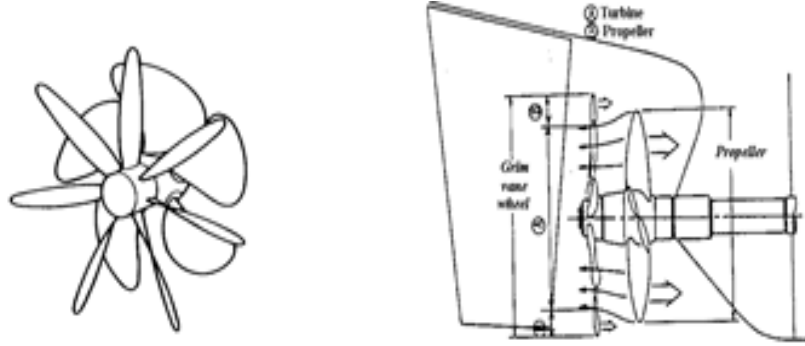


Resim 1.10: Zıt dönüşlü pervane

➤ Grim tekerlek pervaneleri

Pervane arkasında serbest olarak dönebilen ve pervane çapından büyük olan bir kanat seti ya da tekerleği olarak tarif edilebilir. Bu sevk sisteminin şu avantajları vardır. Pervane arkasında su akışı ile bırakılan enerjiyi itme kuvvetine çevirir. Yani rotasyonel enerji kaybını azaltır. Tekerek arkasında buluna dümen daha az direnç gösterir. Gemiye daha iyi durma kabiliyeti sağlar.

Pervane gerisine takılan bu teker genel olarak pervane çapından % 20 kadar daha büyüktür. Bu sistemin en önemli kullanma alanlarını kargo gemileri oluşturmaktadır.



Şekil 1.6: Grim tekerlek pervaneleri

➤ **Üst üste bindirilmiş pervaneler**

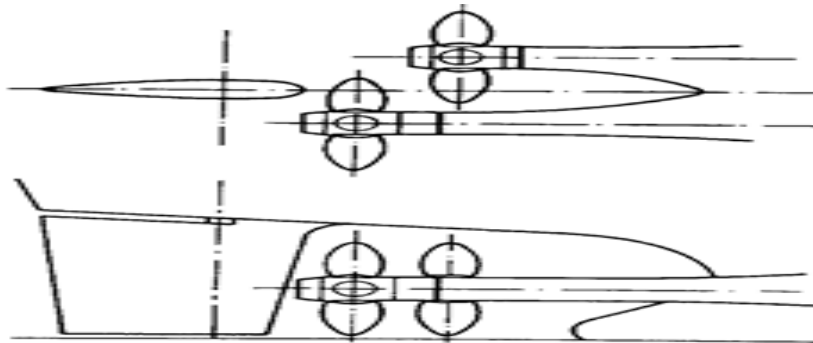
İki shaft ve bunlara bağlı bulunan ve üst üste gelen iki pervaneden oluşan sevk sistemidir. Bu sistem çok yaygın olarak kullanılmaz. Teorisi daha çok deneyler yapılarak incelenmiştir.

Aşağıdaki belirgin farklılıkları içerir:

1. Toplam jet alanı daha küçüktür. Bu ideal verimde düşüş demektir.
2. Pervaneler yoğunlaşmış iz içinde çalışırlar ve bu tekne veriminin artmasına sebep verir.
3. Aralarındaki mesafesi küçük olan shaftlar pervaneye yeterli desteği sağlayamaz.
4. Aynı yönde dönen pervaneler sayesinde rotasyonel enerji kayıpları önlenir.
5. Pervaneler birbirlerini etkileyebilmekteler.

Genel sevk verimi normal pervaneden daha yüksektir buna karşın titreşim ve kavitasyona sebep vermektedir

Üst üste bindirilmiş pervaneler dolgun gemi kılıfında daha çok verim sağlar. Çünkü iz enerjisini kazanmada daha çok etkisi bulunmaktadır.



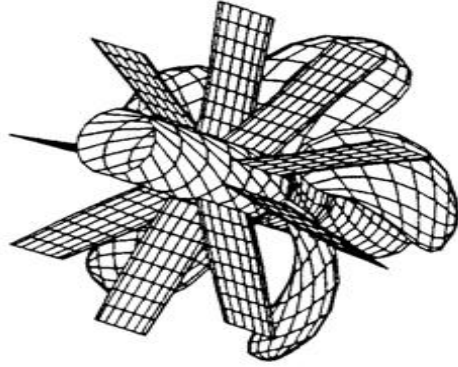
Şekil 1.7: Üst üste bindirilmiş pervaneler

➤ **Pervane-stator sevk sistemi**

Potansiyel enerji kaybını azaltmak ve pervane torkunu dengelemek için genelde stator veya benzeri sevk araçları kullanılarak gerçekleştirilir. Statorun kullanılması, aynı vazifeyi gören zıt dönüşlü pervanelere göre daha ucuz ve mekanik olarak daha kolay olduğu için tercih edilebilir.

Pervane arkasına yerleştirilen stator pozitif bir itme sağlayarak toplam sevk verimini artırır. Ön stator ise aksine negatif bir itme meydana getirir, fakat pervaneye gelen akışkan akımında değişiklik yaptığı için pervanenin veriminin artışına sebep verir.

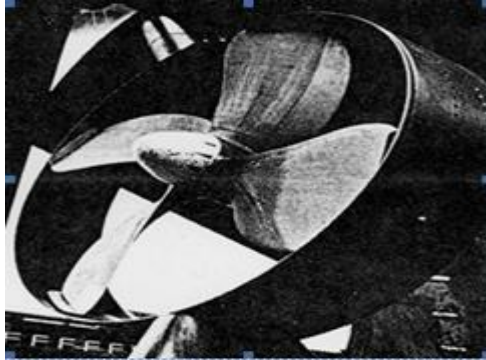
Sonuç olarak statorun verdiği kazanç kendi direncinden fazla olduğu durumlarda bu sevk sistemi normal pervaneye göre daha verimli olmaktadır.



Resim 1.11: Pervane-Stator Sevk Sistemi

➤ **TVF (Tip Vortex Free) pervaneler**

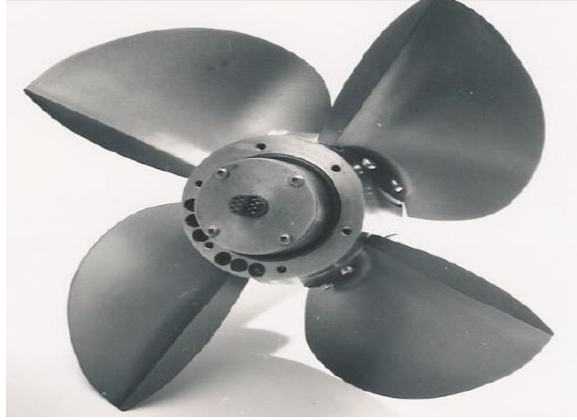
Pervane kanadı sonuna levha eklenerek pervane kanadı üzerindeki sirkülasyon dağılımı istenilen şekilde ayarlanabilir. Kanat uçları aşırı yük çekebilmek için bu levhaların yerleştirilmesi ile verim artışı % 5'e kadar çıkartılabilmektedir.



Resim 1.12: TVF pervaneler

➤ **Süper kavitasyonlu pervaneler**

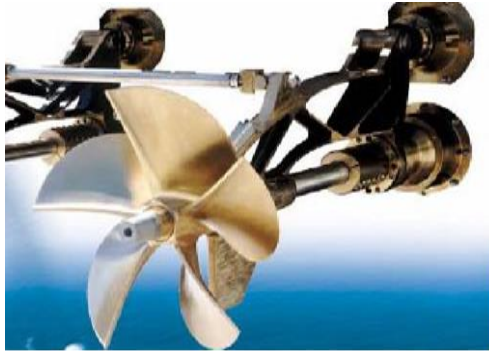
İlerleme ve dönme hızının yüksek olduğu ve aynı zamanda sığ su derinliğinde çalışmak zorunda olduğu durumlarda süper kavitasyonlu pervaneler tercih edilebilir. Süper kavitasyon durumunda pervane kanatlarının sırtı düşük kavitasyon basıncına maruz kalır. Bu durumda pervane sırt yüzeyi, su ile temas halinde değildir. Bundan dolayı erozyon olmaz. Bu pervaneler keskin giriş ucuna sahiptir. Normal bir pervane süper kavitasyon şartlarında çalıştırıldığında ve bu şartlara göre dizayn edilmiş bir süper kavitasyonlu pervane ile mukayese edildiğinde, normal pervanenin verimi % 20-25 miktarında bir azalma gösterecektir. Aynı pervaneleri kavitasyon dışı bölgede çalıştırdığımızda ise süper kavitasyonlu pervanenin veriminde % 15 miktarında bir azalma görülecektir.



Resim 1.13: Süper kavitasyonlu pervaneler

➤ **Yüzey yarıcı pervaneler**

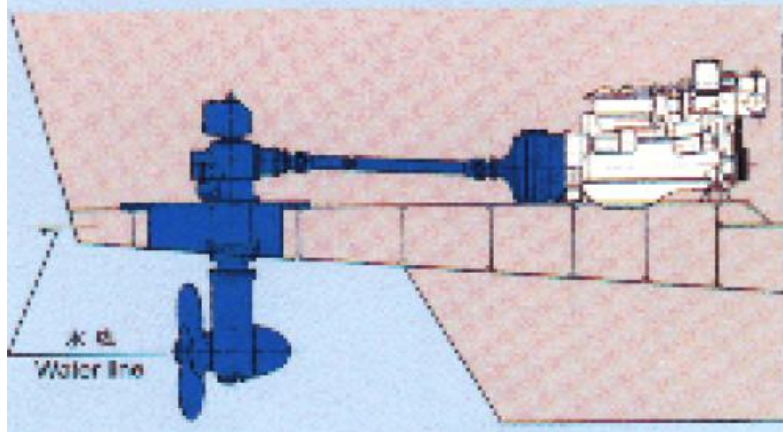
Bu pervanelerin diğer adı da kısmi batmış pervanelerdir (surface piercing). Özellikle sürat amaçlı teknelerde kullanılabildiği gibi daha yavaş gemiler ile klasik formlu teknelerde de kullanılabilir. Kavitasyon nedeni ile erozyonu ve verim kayıplarını azaltmak için kanat kesit profilleri genellikle süper kavitasyonlu pervanelerinki gibi seçilir.



Resim 1.14: Yüzey yarıcı pervaneler

➤ **Z-sürüslü sevk sistemi**

Ana makine teknenin ortasına doğru olup, pervane sistemi de kıç tarafta olduğu için, şaft yolunun oluşturduğu çizgi Z harfine benzediğinden dolayı Z-sürüslü sevk sistemi adını alır. Bu tip pervaneler 360 derece dönebilecek biçimde dizayn edilirler. Z-sürüslü pervaneler birçok römorkör ve diğer hizmet gemilerinde tercih edilebilmektedir.



Şekil 1.8: Z-Sürüslü sevk sistemi

➤ **İz düzenleyici nozul**

İz dengeleyici nozul ilk defa Schneekluth tarafından gemi arkasındaki akım ayrışmasını ve teğetsel hız bileşenlerini azaltarak, pervanenin üst kısmına gelen akımı düzenlemek ve hızlandırmakla verim artışı sağlamak amacıyla teklif edilmiştir. İlk defa 1982'de gemiye takılan cihaz, bu zamana kadar birçok gemiye uygulanmıştır. Halen matematiksel olarak dizayn edilemeyip daha çok model deneyleri yardımı ile test ve dizayn yapılmaktadır.



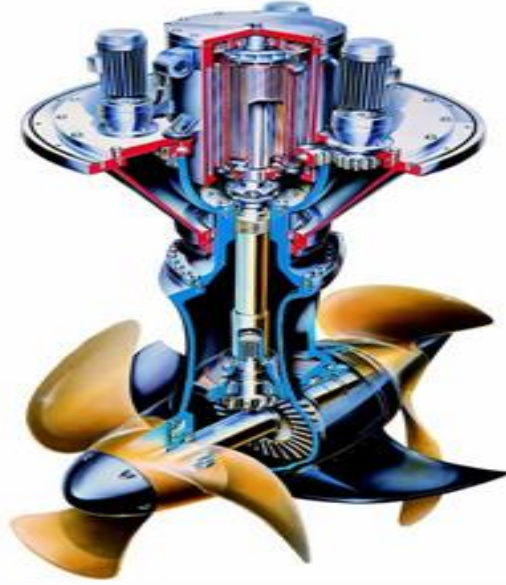
Resim 1.15: İz düzenleyici nozul

➤ Manevra pervaneleri

Elektrik ya da hidrolik motorların tahrik ettiği baş ve kıç manevra pervaneleri (bow thruster), teknenin baş veya kıç tarafını yanlara doğru hareket ettirmeyi sağlayan sistemlerdir. Özellikle rüzgar ve akıntının kuvvetli olduğu ortamlarda gemilerin manevra yeteneği azalır. Böyle durumlarda bir baş manevra pervanesinden büyük yarar sağlarlar. Kıç manevra pervaneleri ise 50 ft ve üzeri büyük tekneler için gereklidir.

Baş manevra pervaneleri oldukça gürültülü çalışır. Baş manevra pervanelerinin (bow thruster) çıkardığı vuruntu sesi motorun kendini imha etmeye çalıştığı hissi uyandırır da aslında ses motordan değil pervane kanatlarında oluşan kavitasyondan kaynaklanmaktadır. Bu sistemler yeterli itme gücünü sağlayabilmek için büyük miktarda suyu kısa bir süre içinde harekete geçirmek zorundadır. Bu nedenle kanatlar çok hızlı hareket ederler. Bu kaçınılmaz olarak su içinde oluşan hava kabarcıkları kavitasyona neden olur. Bu sorun pervane tasarımlarında gerçekleşen gelişmeler sayesinde geçmişe göre kabul edilebilir ölçülere indirgenmiştir. Sleipner ve Vetus sistemleri aynı sırayla beş ve altı kanatlı pervaneler kullanarak itme gücünü en üst düzeye çıkartırken kanat ucu süratlerini ve dolayısıyla kavitasyonu en aza indirmeyi başarmıştır.

Kıç manevra pervaneleri daha uygun tünel girişleriyle daha az düşük basınç noktası oluşturduklarından baş manevra pervanelerine göre daha sessiz çalışırlar. Ayrıca gürültüyü bir amfi gibi yükselten bir davul benzeri gövde içerisinde yer alan ve baş manevra pervanelerine kıyasla gövdenin tamamen dışında bulunan kıç manevra pervaneleri doğal olarak daha düşük gürültü seviyelerine neden olurlar.



Şekil 1.9: Manevra pervaneleri

1.1.4. Referans Kavramlar

- **Pervane disk alanı:** Pervane kanat uçlarına temas edecek şekilde geçen silindirin taban alanı pervane disk alanını oluşturur. Pervane yarı çapı (r)ise
- **$A_0=\pi r^2$ olur.**
- **Projeksiyon alanı:** Pervane kanatlarını pervane eksenine dik yöndeki izdüşüm alanına projeksiyon alanı denir.
- **Kanat açısı:** Pervane kanatlarının pervane göbeği üzerinde shaft eksenini ile yaptıkları açıdır.
- **Pervane yayılım alanı:** Pervane yüzeyinin gerçek alanıdır.
- **Pervane suyu (Slip Stream):** Pervane dönmesi ile geminin kıçında oluşan karışık sular. Pervane
- **Kavitasyonu (Cavitation):** Belirli bir pervane çok hızlı döndürüldüğünde, kanatlar üzerindeki su zerreciklerinin, pervane kanatlarının dönme hareketini izleyemeyip, basınçlarının suyun normal buharlaşma basıncının altına düşmesi sonunda oluşan istenmeyen durum. Pervane bu halde verimsiz çalışır. Pervane malzemesi üzerinde oyuklar oluşur.
- **Çarpıklık:** Pervane kanadının simetrik olmaması ve yana doğru bir eğriliği olmasıdır. Düşük hızlı pervanelerde pek uygulanmaz.
- **Kanat eğikliği:** Pervane kanatlarının yandan bakıldığında başa ve kıça doğru eğilmiş olması durumunda pervane başa eğik veya kıça eğik olarak tabir edilir.
- **Pervane açıklığı:** Gemi arkasında pervane dizayn edilirken en iyi verimi elde edebilmek için pervane çapının maksimum olacak şekilde belirlenmelidir. Gemi arkasına yerleştirilecek pervane çapı hesaplanırken aşağıdaki bağlantıdan faydalanılır.

$$D_{max} = a \times T$$

$$T = \text{Geminin Su çekimi}$$

a < 0.65 Dökme yük gemileri ve tankerlerde

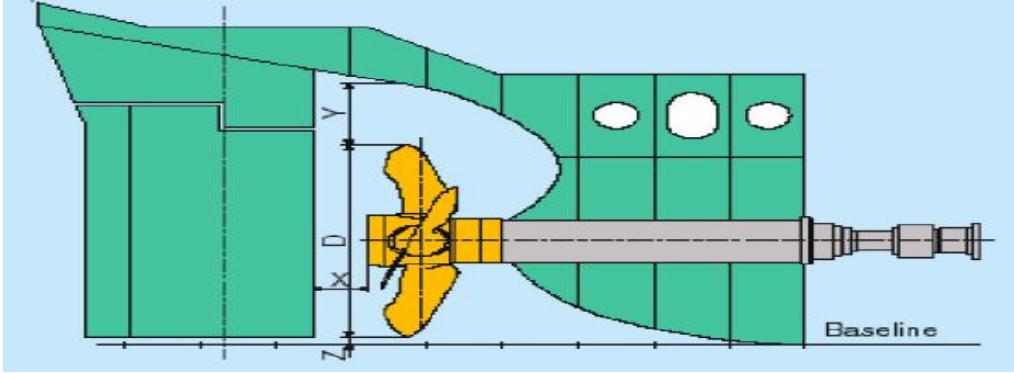
a < 0.74 Konteyner gemilerinde

Pervane çapının belirlenmesinden sonra, pervane ile dümen, pervane ile gemi kıç ve pervane ile kaide hattı arasındaki açıklıkların aşağıdaki değerleri sağlayıp sağlamadığı kontrol edilip eğer sağlamıyorsa pervane çapı yeniden belirlenmelidir.

X:0.05D-0.10D

Y:0.15D-0.25D

Z:<0.05D

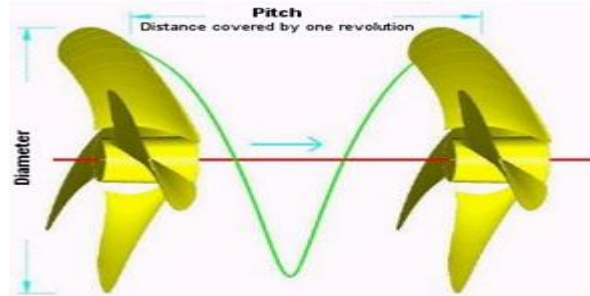


Şekil 1.10: Pervane açıklığı

- **Pervane kanat alan oranı:** izdüşümü alanı, yayılım alanı ve açılım alanının pervane disk alanına oranıdır.

1.2. Pitch Oranı

Pitch kelimesi vida benzeşiminden gelme bir terimdir. Pervanenin su içerisindeki ilerlemesi bir vidanın yumuşak bir ağaca girerken ki ilerlemesine benzer. Bir vidada olduğu gibi pervanede her bir dönüşünde sabit bir miktarda ilerler. Pervanenin tam bir dönüşü sırasında ilerlediği mesafeye pervanenin Pitch'i (Hatvesi) denir. Örneğin bir pervane her bir tam dönüşünde 0.5 metre ilerliyorsa, pervanenin pitchi 50 cm'dir ve buna nominal pitch denir. Pervane şaft üzerine takıldığından şaftı da aynı mesafe kadar ileri götürür.



Şekil 1.11: Pitch

Gerçekte katı bir ortamda değil de su içerisinde çalıştığından her bir tam dönüşünde yukarıdaki tanımlanan pitch miktarından daha az ilerler. Bu ilerleme gerçek pitch (hatve) olarak adlandırılır. Nominal pitch ile gerçek pitch arasındaki oluşan farka da kayma (slip) denir.

Pervane pitch'i pitchometre yardımı ile ölçülür. Ancak bir pervanenin kabaca hatvesini bulmak için pervane yüzü aşağıya gelecek şekilde düzgün bir düzlem üzerine konularak terazilenir. Şaft merkezi işaretlenerek 0.7R kesiti bir pergel yardımı ile kanat üzerine çizilerek pervane hatve açısı bulunur (Θ). Daha sonra pervane kanat giriş ve çıkış uçlarının yerleştirildiği düzlemden yükseklikleri (x-y) ölçülerek aşağıdaki verilen formül ile hesaplanır.

$$\text{Hatve} = P_{07} = (x-y)360/\Theta$$

- **Pervane kaybının hesaplanması:** Normal havalarda geminin hakiki gidiş mesafesi pervane devrinden bulunan mesafeden daha küçüktür. Geminin altının kirlenmesi, baş taraftan gelen akıntılar ve dalgalı deniz pervane kayıplarını arttırır. Bu durumda kayıp (slip) pozitifdir (+). Bazı hallerde pervane devri ile hesaplanan mesafe, hakiki mesafeden daha büyük olur. Bu demektir ki gemi arkadan akıntı alıyor ya da arkadan gemiyi iten dalgalar var. Bu durumda pervane kaybı (slip'i) negatiftir (-).

$$S_a = P \cdot N - V / P \cdot N \text{ veya } 1 - (V / P \cdot N)$$

S_a = Pervane kaybı

P = Pervanenin Pitch'i (Pervaneyi yapan firma tarafından verilir.)

Pervane yapımcısı ortalama pitch miktarını verir. Pervanenin en büyük pitchi, en uç noktasından bir dönüşte aldığı mesafedir. Ortalama pitch pervane yarıçapının 0,8 noktasının pitchi olarak verilir.

N = Pervanenin bir dakikada yapmış olduğu devir. (Devir/dakika)

V = Köprü üstünün yapmış olduğu hesaplara göre geminin bir saatte aldığı yol. (Deniz mili olarak)

Örnek:

5.65 metre çapındaki bir pervanenin ortalama Pitch'i, 4.88 metre, gemi hızı 11 deniz mili, gemi pervanesi dakikada 90 devir yapmaktadır, pervane kaybını bulunuz?

(Bir kanat üzerinde merkezden kanat ucuna kadar pitch değişir. Bu nedenle hesaplamalarda geminin kayıtlarındaki ortalama pitch değeri kullanılır.

Deniz milini metre/dakikaya çevirmek için (30,89) sabiti ile çarpılır.)

$$S_a = P \cdot N - V / P \cdot N \text{ veya } 1 - (V / P \cdot N)$$

$$S_a = 1 - (11,00 \times 30,89) / 4,88 \times 90$$

$$S_a = 1 - 0,773$$

$$S_a = 0,227 \text{ yüzde olarak. (\% 22,7) pozitif slip (+)}$$

Bu demektir ki pervane gemiyi 122,7 deniz mili götürmesi gerekiyor. Ancak gemi 100 mil gidiyor. Yani % 22,7 pervane slip'i var. Geminin altının kirli olması, baş taraftan rüzgâra maruz kalınması, baş taraftan alınan dalga ya da deniz suyu akıntısı pervane kayıplarını % 25/30'a kadar çıkarabilir.

Örnek:

4.20 metre kutrundaki (çapındaki) bir pervanenin ortalama Pitch'i gemi kayıtlarında 3.64 metre, gemi hızı 24,4 deniz mili, gemi pervane devri 60 devir/dakikadır, pervane kaybını bulunuz?

$$S_a = 1 - (V / P \cdot N)$$

$$S_a = 1 - (24,40 \times 30,89 / 3,64 \times 60)$$

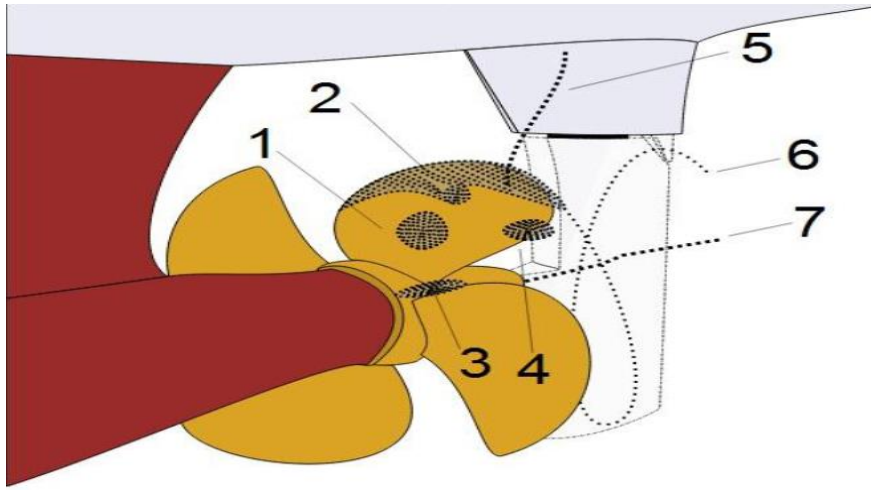
$$Sa = 1 -- 3,451$$

Sa = -- 2,451 negatif slip (--) çıkmasının nedeni geminin kış tarafından aldığı kuvvetli rüzgâr, dalga ya da deniz suyu akıntısı olabilir.

1.3. Kavitasyon

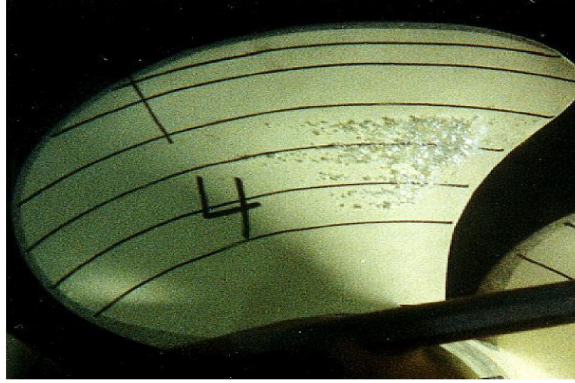
Akışkan içinde hız artımı olduğunda Bernoulli prensibine göre basınç azalır, basınç azaldıkça ise kaynama noktası düşer. Kaynama noktası bu hal içinde ortam sıcaklığına kadar gerileyebilir. Ortam sıcaklığına gelindiğinde içinde su buharı ve hava kabarcıkları içeren soğuk kaynama da denen olay meydana gelir. Buna kavitasyon denir. Kavitasyon genel olarak çalışma ömrü, gürültü ve titreşim bakımından pervaneleri etkileyen bir akışkanlar mekaniği olayıdır. Kavitasyonun etkilerini itme azalması, gürültü, titreşim ve erozyon olarak sıralamak mümkündür.

Fiziksel tiplerine göre kavitasyon çeşitlerini uç girdap kavitasyonu, kabarcık kavitasyonu, tabaka kavitasyonu, bulut kavitasyonu, kök kavitasyonu, pervane-tekne girdap kavitasyonu olarak sıralamak mümkündür. Kavitasyonun olduğu yerler ve türleri şekil 1.10'da gösterilmiştir.



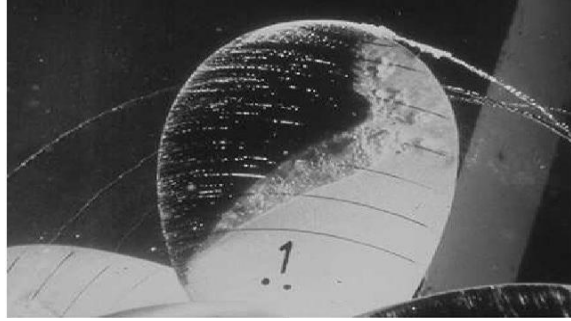
Şekil 1.12: Kavitasyon bölgeleri

- **1 numaralı kısım kabarcık kavitasyonu:** Pervanelerde kabarcık kavitasyonu kanat kesitinde basıncın en düşük olduğu bölgelerde meydana gelir. Oluşan kabarcıklar kanat yüzeylerinde patlamaya neden olur.



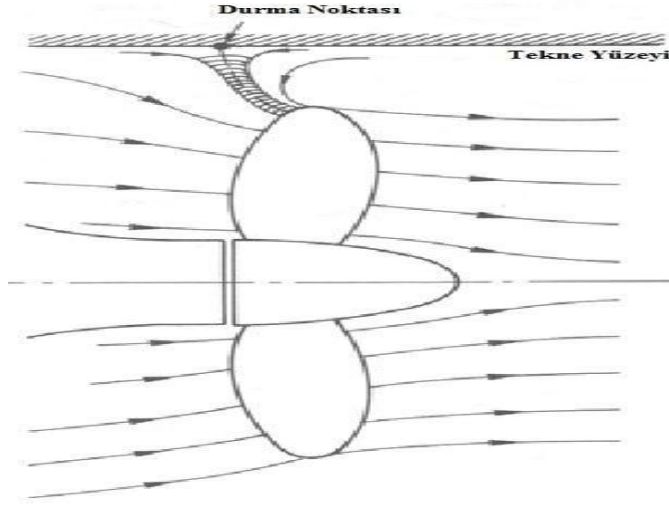
Resim1.16: Pervane üzerinde kabarcık kavitasyonu

- **2 numaralı kısım şerit kavitasyonu:** Uç girdap kavitasyonundan sonra pervane yüklemesinin artımıyla oluşmaya başlayan bir kavitasyon çeşididir. Bu kavitasyonun gelişmesi ve daha sonra patlaması ile akışkan içinde basınç dalgalanmaları olur ve kesitin çıkış ucunda bulut kavitasyonuna öncülük eder. Genelde kavitasyon kaynaklı titreşim problemleri bu tip kavitasyon sebebiyle oluşur.
- **3 numaralı kısım kanat kök kavitasyonu:** Bu kavitasyon türü genellikle pervane kanadı kök kısmında oluşmaktadır. Sık rastlanan bir kavitasyon türü olmamakla birlikte küçük ve çok yüklenmiş pervanelerde gözlemlenebilir.
- **4 numaralı kısım bulut kavitasyonu:** Bulut kavitasyonu genel olarak tabaka kavitasyonu takiben oluşmaktadır.



Resim 1.17: Bulut kavitasyonu

- **5 numaralı kısım pervane tekne kavitasyonu:** Girdap kavitasyonunun özel bir şeklidir. Tekne pervane etkileşimi sonucunda oluşur.



Şekil 1.13: Pervane tekne girdap kavitasyonu

- **6 numaralı kısım uç girdap kavitasyonu:** Pervane kanatlarının ucunda ve pervane göbeğinde oluşan girdapların oluşumuyla gözlemlenen kavitasyon çeşididir. Pervane çalışırken girdap merkezindeki basınç, akışkanın buharlaşma basıncının altına düşer ve kavitasyon oluşmaya ve gözle görülmeye başlar. Genellikle ilk oluşmaya başlayan kavitasyon çeşididir.



Resim 1.18: Uç girdap kavitasyonu

- **7 numaralı kısım kök girdap kavitasyonu:** Bu kavitasyon türü genellikle pervane kanadı kök kısmında oluşmaktadır. Sık rastlanan bir kavitasyon türü olmamakla birlikte küçük ve çok yüklenmiş pervanelerde gözlemlenebilir.



Resim 1.19: Kök kavitasyonu

1.4. Tornistan

Tekne ileriye doğru hareket ettiği zaman ileri yol veya tornayt (ahead), geriye doğru hareket ettiği zaman geri yol veya tornistan (Stern) yapıyor denir. Yani geminin pervanesinin ters yönde dönmesidir. Pervanenin tekneyi ileri-geri götürmesi dışında, tekneyi döndürücü bir etkisi de vardır. Bunun nedeni pervanenin dönüşü sırasında kanatlarının suyu itmesidir. İleri giderken, teknenin arkasından bakıldığında saat yönünde dönen pervaneler “sağa devirli”, saat yönünün tersinde dönen pervaneler “sola devirli” olarak nitelendirilir. Çoğunlukla teknelerde sağa devirli pervane bulunur. Sağa devirli pervanesi olan tekneler ileri giderken, iskele yönde dönmeye çalışırlar, yani kı ları sancağa kayar. Sola devirli pervanelerde tam tersi d ş n lmelidir. Pervanenin etkisi, en çok tornistanda hissedilir.  unku ileri giderken d men palası pervaneden gelen suyun etkisiyle görev yaparken, tornistanda d men palası pervanenin önünde kalacağı için, sadece teknenin gidişinden kaynaklanan su akışı ile iş görür. Pervaneler ileri yol için optimize edilmişlerdir, tornistan için değil. Bu yüzden tornistanda tekneler daha yavaş oldukları için, tekneyi geri götürücü kuvvet azalır, bu da tekneyi döndürücü kuvvetin etkisini arttırır.

Pervanenin tekneyi döndürücü etkisi, tekne ileri yoldan tornistana geçtiğinde teknenin k c k bir sapma yapmasına neden olur. Sağa devirli pervanelerde tekne ileri giderken, tornistan verildiğinde, tekne iskeleye doğru k c k de olsa döner. Bunu engellemek için tornistan vermeden önce, dümeni biraz sancağa kırarak, teknenizin tornistanda yaptıda tekrar düz çizgi üzerine oturmasını sağlanabilir.

1.4.1. Pervane Göbek Finleri

“Pervane Göbek Finleri”, göbek etrafındaki girdabı ve kinetik enerji kayıplarını azaltarak pervane verimini arttıran “II. Bölge” deki bir akım düzenleyici cihazdır. Göbek finleri pervane göbeğinin üzerine ve kanat gerisine ufak düz levhalar şeklinde yerleştirilmektedirler. Düz plakalardan oluşan bu finlerin sayısı pervane kanat sayısına eşit olup, belli bir adım açısına sahiptirler. Pervane Göbek Finleri, göbek etrafındaki girdabı azaltarak aynı zamanda pervane göbek kavitasyonunu da ortadan kaldırmaktadır.



Resim 1.20: Pervane Göbek Finleri

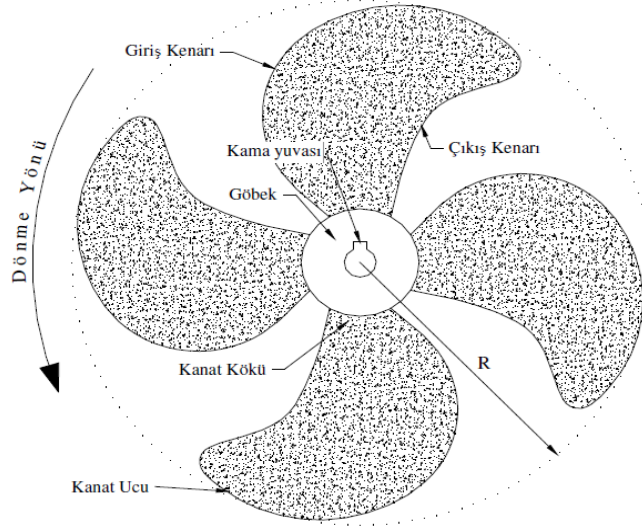
1.4.2. Pervane Kanatları

Pervane kanatları, uçak kanadı gibi görev yaparlar. Kanadın çevresinden geçen su, ön yanda alçak basınç oluştururken, arkada basıncı artırır. Pervanenin etkisinin büyük bölümü, düşük basınçlı bölgede oluşur. Basınç herhangi bir noktada suyun buharlaşma basıncının altına düşerse, suyun içinde kabarcıklar oluşur. Kaviteasyon nedeniyle denizde kullanılan pervaneler, havada kullanılanlardan çok daha geniş kanatlı yapılıdır. Geniş kanat, basınç düşmesini sınırladığından, kaviteasyon azalır, ama pervaneden geçen suyun hızının değişmesi, kaviteasyonun bütünüyle giderilmesini engeller.

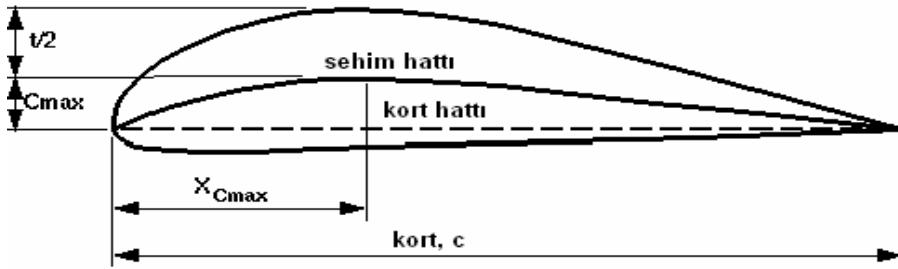
Pervane yapımında amaç, geminin gücünü, en yüksek verimle itme gücüne dönüştüren bir pervane geliştirmektir. Pervane kanatları, karşılaştıkları kuvvetler karşısında kırılmamalı ve kaviteasyonu önleyecek biçimde yapılmalıdır.

Pervanelerin önemli kısımları Şekil 1.12’de gösterilmiştir. Bunlar:

- Pervane göbeği:
- Kanat yüzü
- Kanat sırtı:
- Kanat Kökü
- Kanat Ucu:



Şekil 1.14: Pervane kısımları



Şekil 1.15: Kanat kesit profili

NACA kanat profili serisi, mühendislik analizlerinde kullanılmak üzere kanat profil türlerini standartlaştırmak için geliştirildi. Kanat profilleri, kalınlık dağılımı ve sehim hattının şeklini tanımlayan polinomlarla üretilir. Sehim hattı en alt ve en üst nokta arasındaki orta nokta olarak tanımlanır ve onun kort hattından mesafesini belirleyen polinomlarla gösterilir.

NACA 4-hane kanat profili serisi, maksimum sehim (C_{max}) üzerinde gösterilen rakamlar ile geometrik kriterler üzerine dayandırılır. $X_{C_{max}}$, maksimum sehimin kort hattı boyunca konumu ve t ise maksimum kalınlığıdır.

Örnek olarak aşağıda verilen kısaltma standardın açıklaması yapılmıştır.

NACA 2412: Son iki rakam kanat kalınlığını C' 'nin bir yüzdesi olarak gösterir.

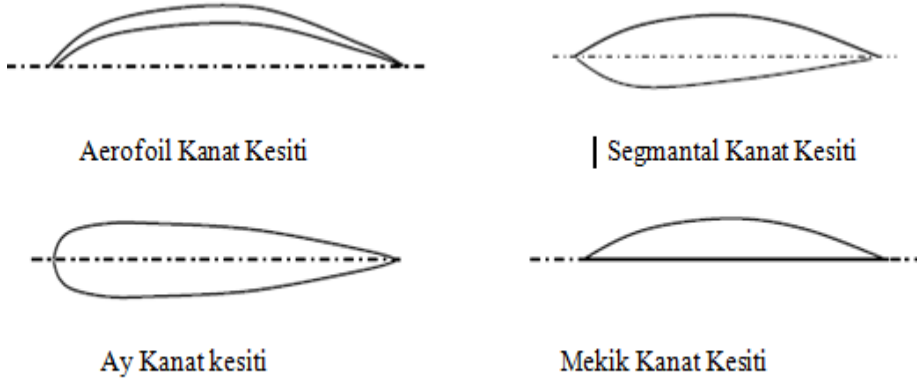
Burada; $t = \%12$ İkinci rakam maksimum sehim hattının sapmasının yerini C' 'nin 10^{da} biri olarak gösterir. Burada; maksimum sehim $X_{C_{max}} = \%40 C'$ 'de olup ilk rakam C' 'nin bir yüzdesi olarak, sehim hattının maksimum sapmasını gösterir. Burada; maksimum sehim hattı sapması = $\% 2 C'$ dir.

NACA 5-hane kanat profili serisi, özel aerodinamik çalışmaları gerçekleştirmek için türetilmiştir. Biz burada kendimizi NACA 2X0XX serisi profillerle sınırlıyoruz. Bunun nedeni kısaca açıklanacaktır. Bu serilerin numaralandırma sistemi geometrik kriterlerden çok deneysel (ampirik) kriterlere dayandırılır. Bu rakamlar aşağıda gösterildiği şekilde, sırasıyla sehim hattının şeklini ve maksimum kanat kalınlığını gösterir. Aşağıda verilen örneği inceleyiniz.

NACA 23012: Son iki rakam C'nin yüzdesi olarak profil t kalınlığını gösterir.

Bu örnekte kalınlık $t = \%12 C$ 'dir. İlk iki rakam ise sehim hattını şeklini gösterir.

Pervaneler yapılırken pervane performansını etkileyebilecek olan pervane kesitleri ise aşağıdaki gibidir:



Şekil 1.16: Kanat kesitleri

1.4.3. Pervane Kovanı

Pervane şaftının gemiden çıktığı ve yaltaklandığı yerdeki yataklama düzeneğine stern tübe (kovan) denir. Baş tarafı kış pik perdesine ve arka tarafı da kış bodoslamasına tespit edilen esas gövde, genellikle dökme demirden yapılır, özel durumlarda büyük ve uzun konstrüksiyonlarda (yapıda) çelik döküm veya sacdan imal edilebilir.

Baş ve kış tarafındaki yataklama mahalleri stern tübün tipine göre iki şekilde yapılır.

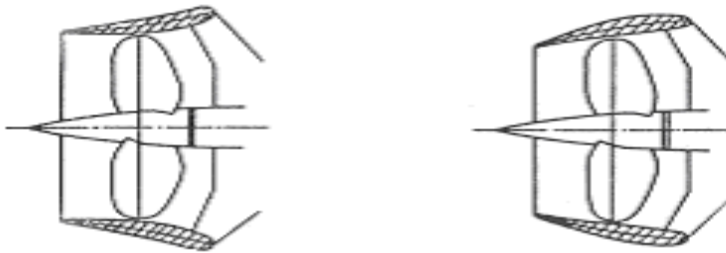
1. Bronz gömlek içine yerleştirilmiş pelesenk ağacı çubuklarından imal edilir.
2. Bronz gömlek içine dökülmüş beyaz metalden imal edilir.



Resim 1.21: Pervane kovanı (stern tübe)

1.4.4. Nozul

Sabit kanatlı veya hatve kontrollü pervanelerin etrafına bir nozul (lüle) konulması ile oluşan sisteme nozullu pervane denmektedir. İlk defa Ludwig Kort tarafından geliştirilmiş olmasından dolayı Kort-nozul ismi de kullanılmaktadır. Genel olarak bir pervanenin nozul içinde kullanılması verimi artırır, kavitasyonu azaltır ve pervaneyi dış etkenlerden koruma amaçlıdır. Kesit profili nedeniyle pervaneye gelen akımı hızlandıran ve pozitif bir itme sağlayarak genel sevk veriminde artışa neden olan nozul tipi “Hızlandırıcı Nozul” olarak adlandırılır.



Şekil 1.17: Hızlandırıcı nozul (a) ve yavaşlatıcı nozul (b) tipleri.

Bu tip nozulların kullanılması ile ağır yükleme durumlarında gerekli makine gücü azalır. Kanat uçlarında daha az serbest girdaplar oluşur. Dönen tipli nozullu pervaneler dümene olan ihtiyacı ortadan kaldırarak, mükemmel bir manevra kabiliyeti sağlarlar. Nozul aynı zamanda buzlu denizlerde çalışan gemilerde pervaneyi darbelere karşı da korur.



Resim 1.22: Nozullu pervane

Genellikle büyük yük gemilerinde, tankerlerde, hızlı savaş gemilerinde, torpidolarda ve kavitasyon riski taşıyan sistemlerde pervane kavitasyon olayını önlemek amacıyla kullanılan nozul tipi ise “Yavaşlatıcı Nozul” olarak adlandırılır.

➤ **Pervanenin Kontrol ve Bakımı**

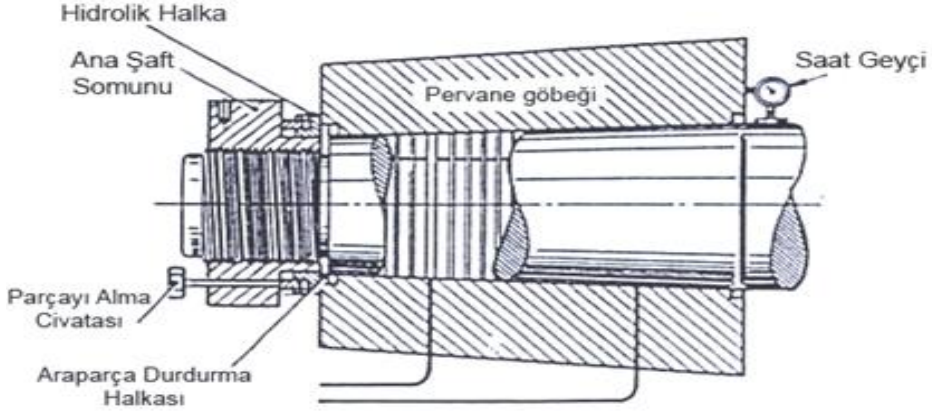
Gemi kuru havuzda olduğu zaman pervane kanatları galvanik akışın nedeniyle karıncalanma ve kanat uçlarının kırılıp kırılmadığının anlaşılması için denetlenir. Kanatlarda deformasyon, eğiklik, çatlaklık kontrol edilir.

Pervane yüzeyi basınçlı hava ile birlikte temizleme kumu püskürtülerek kum raspası ile temizlenir, zımparalanır ve laklanarak (bir tür vernik kaplama işlemi) kullanıma hazır hale getirilir.

Kama ile bağlantılı sistemlerde bronz laynerin sonları deniz suyunun çeliğe temas etmemesi için gereken önlemler alınmıştır. Havuzda tail shaft çekildiğinde kama içi ve etrafında çatlak testi yapılır.

Test sırasında kama içi ve etrafı temizlenir ve çelik yüzeye magnaflux sıvısı sürülür. Bu yüzeyde manyetik alan yaratmak için elektrikli mıknatıs kullanılır. Yüzeyde gözle görülmeyen çatlaklar magnaflux içindeki demir tozları çatlaklar boyunca kendini belli eder. Bazı bağlantılarda ise dye penetrant maddesi kullanılır. Bu madde yüzeysel çatlakları gösterir.

Pervane göbeği ile pervane shaftının bağlanmasının bir başka yöntemi de hidrolik basınçla yapılmaktadır. Buna kamasız bağlantı da denir.



Şekil 1.18: Hidrolik yağ basılarak pervanenin takılması

Pervane göbeğinin koniği pervane şaft koniğinden daha küçük yapılır. Pervane göbeğinin içinde bulunan kanallara 750 kg/cm^2 basıncında hidrolik yağ basılarak göbek genişletilir.

Göbeğin arkasındaki itici somun hidrolik yüksek basınç ile pervane göbeğini şaft koniği oturtur.



Resim 1.23: Bakım gereken gemi pervanesi

UYGULAMA FAALİYETİ

Sektörde kullanılarak korozyona uğramış bir pervane temin ederek aşağıdaki işlem basamaklarına göre bakımını yapınız.

İşlem Basamakları	Öneriler
➤ Pervanenin malzemesini öğreniniz.	➤ Pervane malzemesinin özelliklerini öğreniniz.
➤ Pervane malzemesine uygun şekilde raspalama işlemini yapınız.	➤ Raspalama işlem sırasında eldiven, iş ayakkabısı, iş tulumu, baret ve maske kullanmayı unutmayınız.
➤ Pervane malzemesine uygun şekilde zımparalama işlemini yapınız.	➤ Zımparalama işleminde önce kalın sonra ince zımpara kullanınız
➤ Pervaneyi laklayarak kullanıma hazır hale getiriniz.	➤ Laklama işlemini yaparken solunum maskesi kullanınız.
➤ Yapılan işlemleri kontrol ediniz.	➤ Yapılan işlemi öğretmeniniz ile birlikte kontrol ediniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Aşağıdaki elemanlardan hangisi pervane ve şaft sistemi elemanlarından değildir?
A) Pervane şaftı
B) Ara şaft
C) Stern tube
D) Dümen
E) Srast yatağı
2. Aşağıdaki malzemelerden hangisi pervane yapımında kullanılmaz?
A) Bakır
B) Demir
C) Manganez
D) Nikel
E) Monel metal
3. Aşağıdaki elemanlardan hangisi pervane kanat kısımlarından biri değildir?
A) Pervane göbeği
B) Kanat yüzü
C) Kanat sırtı
D) Kanat Kökü ve Kanat Ucu
E) Şaft
4. Genel olarak bir pervanenin verimini artırma, kavitasyonu azaltma ve pervaneyi dış etkenlerden koruma amaçlı kullanılan pervane parçası aşağıdakilerden hangisidir?
A) Pitch
B) Kavitasyon
C) Nozul
D) Göbek fini
E) Hiçbiri
5. Aşağıdakilerden hangisi pervane çeşitlerinden biri değildir?
A) Sabit Kanatlı Pervaneler
B) Srast yataklı pervaneler
C) Zıt Dönüştü Pervaneler
D) Üst Üste Bindirilmiş Pervaneler
E) Pic kontrollü pervaneler
6. Aşağıdakilerden hangisi kavitasyon çeşidi değildir?
A) Kabarcık Kavitasyonu
B) Kanat Kök Kavitasyonu
C) Bulut Kavitasyonu
D) Pervane Tekne Kavitasyonu
E) Liman Kavitasyonu

-
7. Pervanenin tam bir dönüşü sırasında ilerlediği mesafeye ne denir?
- A) Pitch (hatve)
 - B) Pervane kanat alan oranı
 - C) Pervane açıklığı
 - D) Çarpıklık
 - E) Pervane yayılım alanı

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-2

AMAÇ

Gerekli koşullar sağlandığında, tekniğe uygun olarak, pervane donanımı montajını yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

Bu öğrenme faaliyeti öncesinde, aşağıda tavsiye edilen araştırmaları yaparsanız, gemilerdeki donatılardan boru sistemleri ile ilgili bilgileri kavramanız daha kolay olacaktır.

- Tersanelerde ve limanlarda bulunan gemileri ziyaret ederek; tersanede yapılmış veya yapılmakta olan pervane donanımı ve devrelerini inceleyiniz.
- İnternette üniversite kütüphanelerinden araştırma yaparak bilgi edininiz. Edindiğiniz bilgileri rapor haline dönüştürüp grubunuza sunum yaparak paylaşınız.

2. PERVANE DONANIMI MONTAJINI YAPMAK

2.1. Pervane Elemanları Montajı

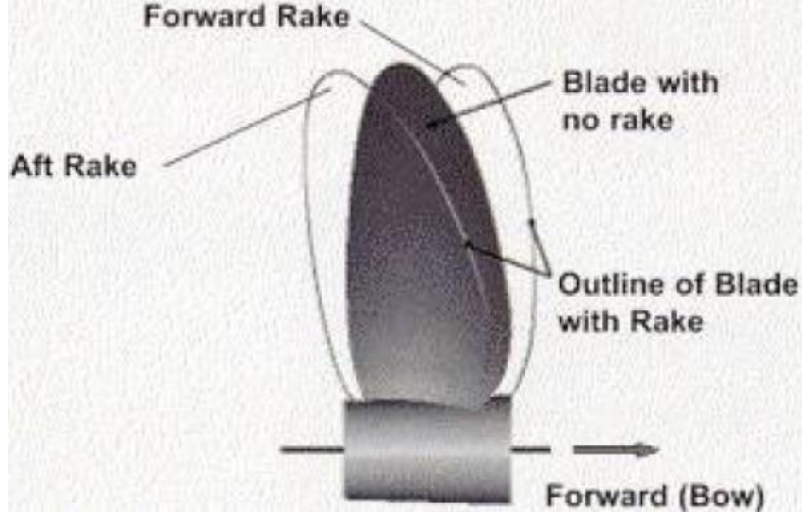
Her pervane, takılacağı gemiye göre, kuramsal hesaplardan, modeller üstündeki deneylerden yararlanılarak özel olarak yapılır.

2.1.1. Pervane Kanatları Montajı

Pervane çapının %14'ünün altına pek düşmeyen göbek etrafına kanatların yerleştirilmesi ile pervane görünümü elde edilir. Kanat sayısı genelde 2 ya da 7 arasında değişmektedir. Pervane göbeği adı verilen ve pervane ile şaft montajını sağlayan disk şeklindeki parça üzerine kanatlar yerleştirilir. Aslında pervane göbeği hiçbir şekilde itmeye katkısı olmadığından ideal bir pervanenin göbeğinin olmaması istenir. Ancak pratikte bu mümkün değildir.

Kanat montajı yapılırken kanat yüzü basınca en çok maruz kalan kısımdır ve geminin kış tarafından baş tarafına bakıldığında görülen pervane yüzeyi olacak şekilde yerleştirilmelidir. Bu yerleştirme işleminde pervanenin gemiye bakan kısımda kanat sırtı olacaktır. Pervane kanatları pervane göbeğine kanat köklerinden montaj edilir ve böylece

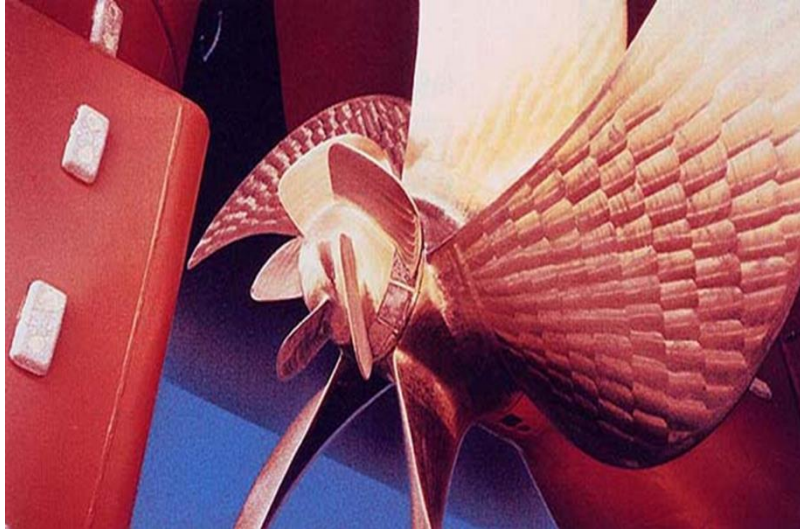
kanatların geniş olan kısımları yani kanat uçları dışarıda kalıp shaft merkezine uzak olması gerekir. Pervaneler tek bir parça hâlinde döküm olabilir veya göbeğe cıvata ile bağlanan kanatlar şeklinde olabilir. Cıvatalar, sökülmemesi için bir ara parça ile birbirine kaynatılır.



Şekil 2.1: Pervane göbeğine montajı yapılmış kanat

2.1.2. Pervane Göbek Fini Montajı

Pervane göbek fineri, pervane kanatlarıyla aynı sayıda daha küçük kanatlardan oluşur. Göbek fineri ve pervane birlikte hareket ederler ve bu sayede pervane göbeğinde oluşan girdap akımları önlenir. Dolayısıyla girdap akımları sebebiyle oluşan enerji kaybında %3-5 arası bir iyileşme sağlanır.

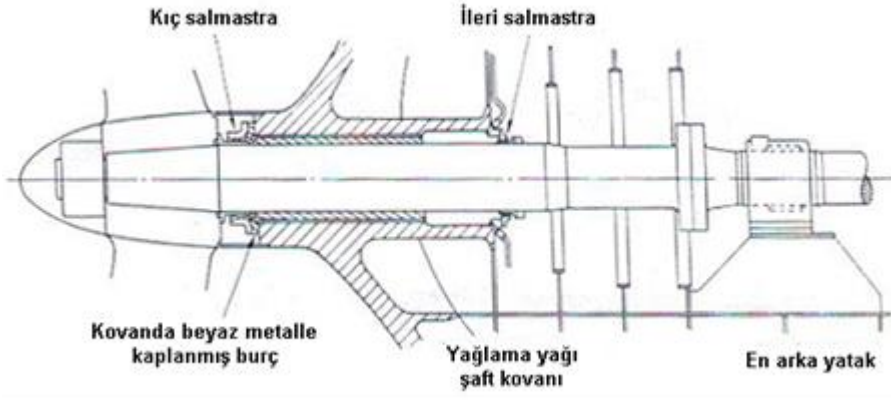


Resim 2.1: Pervane Göbek Fini

Buna ek olarak, pervanenin titreşimi ve gürültü azalır. Pervane göbek fineri kullanımı pahalı olmayan bir enerji kullanım yöntemidir.

2.1.3. Pervane Kovan Montajı

Pervane şaftı tamamen yağ içinde çalışır. Şaft kış tarafta white metalle kaplanmış uzun bir kovan (stern tübe) içinde yataklanmıştır. Aynı şaft stern tübe en yakın yerden yatakladığı gibi yataklama işlemi şaftın uzunluğuna göre 2 veya 3 yatak ilavesi ile srast bloğuna kadar uzatılabilir.



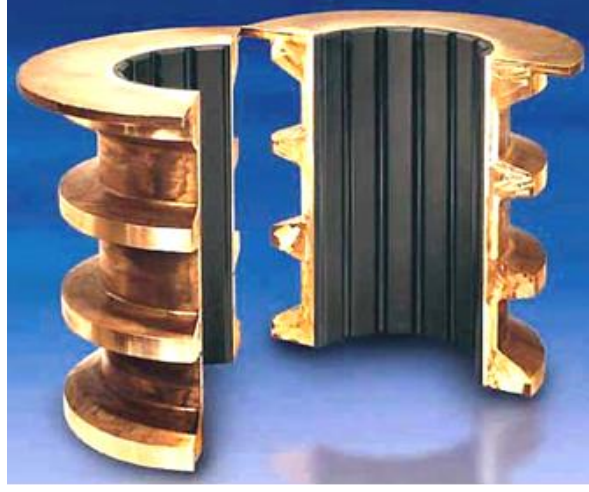
Şekil 2.2: Pervane ve stern tübe iç yapısı



Resim 2.2: Gemi gövdesinden çıkarılmış ara yataklı stern tüp

➤ Pelesenkli Stern Tüp

Bronz, pirinç veya gan metalden iki yarım silindir parçası şeklinde yapılan ve bu parçaların iç yüzünde boyuna olarak kırlangıçkuyruğu şeklinde oyuklar bulunmaktadır. Bu oyuklara pelesenkler yerleştirilmiştir.



Resim 2.3: Pelesenkli stern tp

Pelesenk sert bir ağaç olup iyi bir aşınmaya direnç niteliğine sahiptir ve su ile uyuşmaktadır. Pervane şaftı yatak içinde dönerken kovan ile pelesenk yatak arasından deniz suyu geçmektedir. Pelesenkler deniz suyu ile kaypak yağlama yağı kıvamında bir madde oluştururlar. Bu salgı pelesenklerin uzun yıllar aşınmadan görev yapmasını sağlar.

Kovanın şaft tüneli tarafında bir salmastra glendi bulunur. Bu glend vira edildiğinde don yağlı bir salmastrayı sıkıştırarak kovan ile pelesenk yatak arasından daha az deniz suyu geçmesine neden olur. Glendin bir miktar laka edilmesi ise kovan ile pelesenk yatak arasından geçen su miktarını çoğaltır. Gemi limanda iken glend biraz vira edilerek tünel sintinelerine daha az deniz suyu geçmesi temin edilir.

Son yıllarda pelesenk ağacına alternatif olarak tufnol ve kuvvetlendirilmiş kauçuk da kullanılmaktadır.

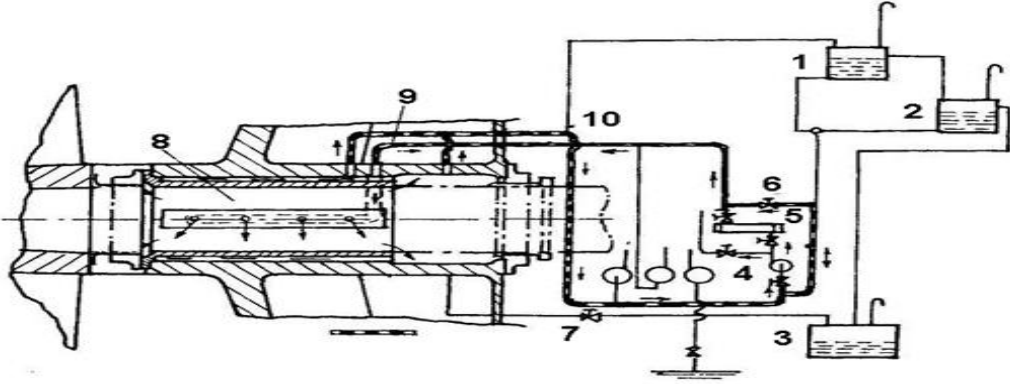


Resim 2.4: Gemi gövdesine yerleştirilmiş stern tp

➤ Sederval sistemi

Gemilerin çamurlu ve pis sularda da çalışması stern tüpe girecek deniz suyunun oralarda aşındırıcı etkiler yapması ve önemli arızalara neden olması pelesenkli tüpler yerine sederval sisteminin gelişmesine yol açmıştır.

Bu durumda bazı gemi yapım tezgâhları kovan yatağı olarak dökme demir veya white metal kullanımına geçtiler. Ancak bu tür yatakların her tarafının iyi bir biçimde yağlanması gerekir. Bu nedenle kovan içine yağlama yağı doldurulur ve bu yağın denize ve makine dairesine sızmasını önlemek üzere makine dairesi tarafına bir salmastra kutusu ve deniz tarafına ise metal packing (salmastra veya conta) yerleştirilir.



Şekil 2.3: Sederval sisteminin yağ devresi

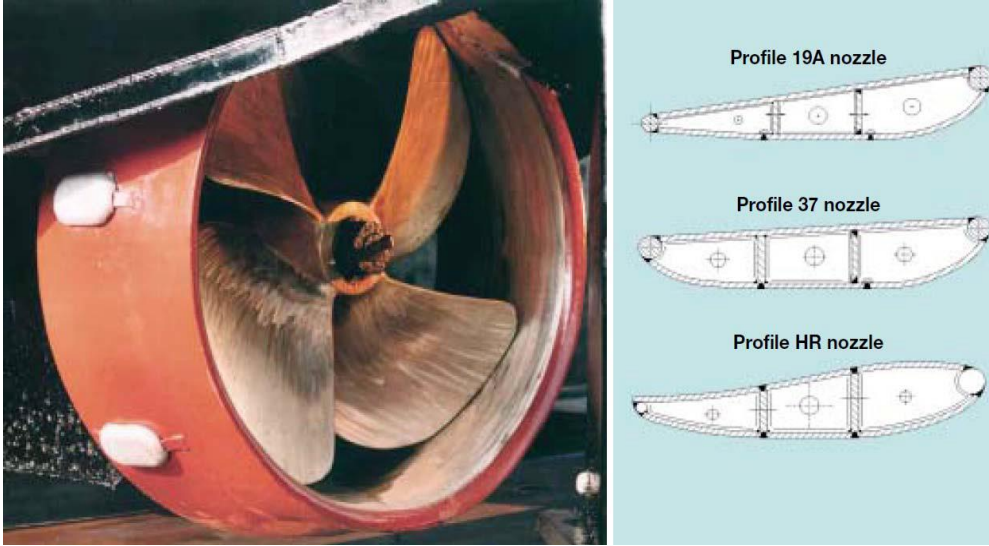
- | | |
|--|--------------------------------------|
| 1- Yağ tankı 1 | 6- Geyt valf |
| 2- Balastlı durumda kullanılan yağ tankı | 7- Kilitlemiş dreyn valfi |
| 3- Samp tank | 8- Kovan yatağı |
| 4- Yağ pompası | 9- Kovanın giriş devresi |
| 5- Yağ kuleri | 10- Fazlası yağın geri dönüş devresi |

Şekil 1. 15'te geminin sederval sisteminin yağlama yağı devresinin çalışması şöyledir: Tam yük durumunda kullanılan yağ tankı 1, balastlı durumda kullanılan yağ tankı 2, samp tank 3, yağ pompası 4, yağ kuleri 5, geyt valf 6, kilitlemiş dreyn valfi 7, kovan yatağı 8, sayısı ile belirtilmiştir. Eğer herhangi bir nedenle sistemde yağlama yağı azalır ise bu takdirde pompa 4 çalıştırılır ve tankların (1 ve 2) birinden emdiği yağı 9 numaralı devre yardımıyla yatağa (8) vererek kovanın yağ ile dolu kalmasını sağlar. Yağın fazlası (10 sayılı devre ile) pompanın alıcı tarafına döner.

2.2. Nozul Montajı

Nozullu pervaneler adlarından da anlaşılacağı üzere iki temel bileşenden oluşmaktadır. Birinci bileşen foil kesite sahip halka biçiminde olan nozuldur. Nozuldaki foil kesit shaft merkezine göre simetrik veya iz alanına uygun olabilmesi için asimetric olabilir. Simetrik olma durumu nozulu çevreleyen her kesitin aynı geometriye sahip olması demektir.

Asimetrik nozulların çevresi ise her kesitte ayrı geometri ve hücum açısına sahiptir. Böylelikle pervaneye daha düzenli bir akım alanı sağlanır. Nozullu pervanelerde ikinci bileşen ise pervanedir. Burada dikkat edilmesi gereken husus, pervanenin kanatlarının tasarımında akış alanının içindeki nozulun varlığından doğan etkileşimin göz önüne alınmasıdır.

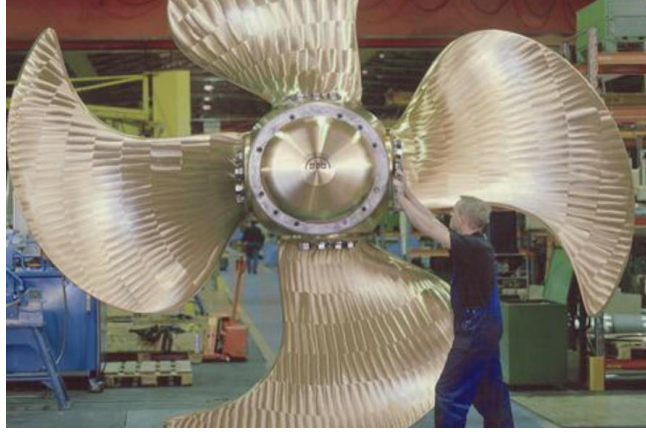


Resim 2.5: Değişik pervane nozul formları

Pervane, sabit adımlı, adım kontrollü ve hatta torpidolarda kullanıldığında zıt dönüşlü olabilir. Ayrıca pervane kanat uçları ile nozul arasındaki açıklık uygun etkileşimi sağlayacak oranda küçük olmalıdır. Böylece nozul-pervane sistemi tam bir tulumba impelleri şeklinde çalışabilir. Ancak bu durum tankerlerde kullanılacak büyük çaptaki nozulların imalatında zorluklara yol açmaktadır. Kanat uçlarında kavitasyon nedeniyle oluşacak erozyonu önlemek için de nozul içerisinde pervanenin çalıştığı bölgeler paslanmaz çelikten yapılmalıdır.

UYGULAMA FAALİYETİ

Aşağıda verilen işlem basamakları ve önerilere göre pervane montajına ait uygulama faaliyetini gerçekleştiriniz.



İşlem Basamakları	Öneriler
➤ Şaft kuyruk bitimi, pervanenin takılması için tornalayarak inceltiniz..	➤ Şaftın her iki ucu pervane ve motor kaplini bağlantıları için konik olarak iş güvenliği kurallarını uygulayarak tornalayınız.
➤ Pervanenin şaft üzerinde dönmesini engellemek için bir kama kullanınız.	➤ Kama yuvasına uygun ebatlarda kama imal ediniz.
➤ Pervane şaft bağlantısının layna (doğrultusunu) ayarlayınız.	➤ Uygun ölçme ve kontrol aletlerini kullanınız. (gönye, metre, kumpas, şerit metre, çekiç, vb.)
➤ Şaft üzerindeki özel yuvaya bu kamayı geçiriniz.	➤ Yuvasa kamanın uygun bir şekilde yerleştiriniz.
➤ Pervanenin şafttan dışarı düşmesini engellemek için şaftın ucuna büyük bir dişli somun yerleştiriniz.	➤ Şafta yerleştirilen somunun gevşeyip düşmesini engellemek için ise somun, sağa devirli pervanelerde sola dönüşlü yapınız.
➤ Bir tespit pimi veya benzeri kilitleme düzeni ile emniyet altına alınız.	➤ Uygun tespit pimi veya kilitleme düzeni ile pervane ve şaft bağlantısını emniyete alınız.
➤ Yapılan işlemleri kontrol ediniz.	➤ Yapılan cıvata somun bağlantılarını ve tüm işlemleri tekrar kontrol ediniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruların karşısındaki kutular içerisine, tercih ettiğiniz cevabı (X) işareti ile belirtiniz.

1. () Pervane kanat yüzü basınca en çok maruz kalan kısımdır.
2. () Pervaneler yalnızca tek bir parça hâlinde ve döküm olarak imal edilirler.
3. () Pervane kanat montajında eğer cıvatalı birleştirme yapıldı ise cıvatalar, sökülmemesi için bir ara parça ile birbirine kaynatılır.
4. () Pervane kanatlarıyla aynı sayıda ve aynı büyüklükteki kanatlardan oluşur.
5. () Gemilerin çamurlu ve pis sularda da çalışması stern tüpe girecek deniz suyunun oralarda aşındırıcı etkiler yapması ve önemli arızalara neden olması pelesenkli tüpler yerine sederval sisteminin geliştirilmiştir.
6. () Pervane kanat uçları ile nozul arasındaki açıklık uygun etkileşimi sağlayacak oranda küçük olmalıdır.

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise “Modül Değerlendirme”ye geçiniz.

MODÜL DEĞERLENDİRME

Modül ile kazandığınız yeterliği aşağıdaki ölçütlere göre ölçünüz.

Boru izometrisi ile ilgili öğrenme ve uygulama çalışmaları sonunda kazandığınız bilgi ve becerilerin ölçülmesi ve değerlendirilmesi için kendinizi kontrol listesine göre değerlendiriniz. Bu değerlendirme sonucuna göre bir sonraki modüle geçebilirsiniz.

Değerlendirme ölçütleri	Evet	Hayır
1. Pervanenin tanımını öğrendiniz mi?		
2. Pervane yapımında kullanılan malzemeleri öğrendiniz mi?		
3. Pervane devre elemanlarının neler olduğunu öğrendiniz mi?		
4. Pervane ile ilgili temel kavramları öğrenebildiniz mi?		
5. Pervane çeşitlerini öğrendiniz mi?		
6. Pervane elemanlarının montajının öğrendiniz mi?		
7. Pervane shaft montajını yaptınız mı?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “Hayır” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “Evet” ise bir sonraki modüle geçmek için öğretmeninize başvurunuz.

CEVAP ANAHTARLARI

ÖĞRENME FAALİYETİ-1'İN CEVAP ANAHTARI

1	D
2	E
3	E
4	C
5	B
6	E
7	A

ÖĞRENME FAALİYETİ-2'NİN CEVAP ANAHTARI

1	D
2	Y
3	D
4	Y
5	D
6	D

KAYNAKÇA

- GÜNER Mesut, Abdi KÜKNER, M. Ali BAYKAL, **Gemi Pervaneleri ve Sevk Sistemleri**, İTÜ Kütüphanesi, Sayı:1610,İSTANBUL,1999.
- KIVANÇ Anıl Ali, **Alternatif Sevk Cihazları**, İTÜ. Gemi İnşaatı ve Deniz Bilimleri Fakültesi, İSTANBUL,2009.
- <http://www.yildiz.edu.tr/~fcelik/dersler/gemidirenci/PDF/7.%20Gemi%20Sevki%20Giris.pdf>
- <http://www.yildiz.edu.tr/~fcelik/dersler/gemidirenci/PDF/13.%20Ozel%20Sevk%20Sistemleri.pdf>